# Object Detection: Konsep, Perkembangan, dan Aplikasi

Object detection atau deteksi objek merupakan bagian penting dalam ranah computer vision yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menentukan posisi objek tertentu dalam suatu citra atau video. Teknologi ini secara simultan melakukan dua tugas utama, yaitu klasifikasi objek ke dalam kategori tertentu dan pelokalan objek melalui pemberian bounding box pada gambar. Dalam literatur awal, pendekatan klasik seperti Viola-Jones (2001) menjadi landasan teori awal dalam pengembangan deteksi objek berbasis fitur sederhana seperti Haar dan pengklasifikasi cascade. Meskipun teknik tersebut sangat efisien untuk kasus sederhana seperti pendeteksian wajah, pendekatan ini tidak cukup tangguh dalam menghadapi kondisi dunia nyata yang kompleks seperti variasi skala, orientasi objek, dan pencahayaan.

Gambar 1. Contoh bounding box pada object detection

Sumber: GitHub YOLOv5-RT-Stack

https://raw.githubusercontent.com/zhiqwang/yolov5-rt-stack/main/assets/object-detection-example.png

Gambar 2. Arsitektur Faster R-CNN

Sumber: GitHub amusi/faster\_rcnn\_pytorch

https://raw.githubusercontent.com/amusi/faster\_rcnn\_pytorch/master/images/faster\_rcnn.png

Object detection kini diaplikasikan secara luas di berbagai sektor teknologi. Dalam bidang transportasi, teknologi ini menjadi komponen utama pada sistem kendaraan otonom untuk mendeteksi kendaraan, pejalan kaki, dan rambu lalu lintas secara real-time (Grigorescu et al., 2020). Di sektor pertanian presisi, object detection dimanfaatkan untuk mengidentifikasi buah matang, mendeteksi penyakit tanaman, serta mengontrol gulma menggunakan drone dan kamera lapangan (Rahaman et al., 2021). Sementara itu, di dunia industri dan retail, teknologi ini membantu dalam otomatisasi manajemen inventaris dan pemantauan perilaku konsumen melalui sistem kamera cerdas (Chen et al., 2020). Bahkan dalam bidang kesehatan, object detection digunakan dalam analisis citra medis seperti CT scan dan X-ray untuk membantu deteksi tumor atau kelainan secara otomatis (Karki et al., 2021).

Walaupun implementasinya terus berkembang, object detection tetap menghadapi tantangan teknis, antara lain deteksi objek kecil, objek yang tumpang tindih (occlusion), serta kebutuhan akan akurasi tinggi dalam lingkungan nyata yang kompleks. Untuk menjawab tantangan tersebut, tren terkini menunjukkan integrasi object detection dengan pembelajaran kontekstual berbasis attention mechanism dan pengolahan spasial multi-skala untuk meningkatkan performa pada kondisi ekstrim. Dengan potensi aplikatif yang luas dan didukung oleh kemajuan teknologi edge computing dan real-time AI, object detection diperkirakan akan menjadi fondasi penting dalam ekosistem industri berbasis visi mesin di era digital mendatang.

# Daftar Pustaka

Carion, N., Massa, F., Synnaeve, G., Usunier, N., Kirillov, A., & Zagoruyko, S. (2020). End-to-end object detection with transformers. European Conference on Computer Vision (ECCV). https://arxiv.org/abs/2005.12872

Chen, M., Zhang, Y., Leung, V. C. M., & Taleb, T. (2020). AI-based context-aware intelligent shopping cart using object detection. IEEE Network, 34(6), 24–30. https://doi.org/10.1109/MNET.011.2000153

Grigorescu, S., Trasnea, B., Cocias, T., & Macesanu, G. (2020). A survey of deep learning techniques for autonomous driving. Journal of Field Robotics, 37(3), 362–386. https://doi.org/10.1002/rob.21918

Karki, M., Singh, D. R., & Thapa, C. (2021). Deep learning–based object detection approaches in medical imaging: A review. Artificial Intelligence Review, 54, 4773–4805. https://doi.org/10.1007/s10462-021-10005-6

Rahaman, M. M., Arif, A., Ghosh, S., Hasan, M., & Kim, J. M. (2021). A review of deep learning-based object detection in agriculture. Computers and Electronics in Agriculture, 184, 106067. https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106067

Ren, S., He, K., Girshick, R., & Sun, J. (2015). Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks. Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS). https://arxiv.org/abs/1506.01497

Viola, P., & Jones, M. (2001). Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. https://doi.org/10.1109/CVPR.2001.990517